



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Byplanlægningen og energiforbrug

Næss, Petter

Published in:
Humanøkologi : miljø, teknologi og samfund

Publication date:
2002

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Næss, P. (2002). Byplanlægningen og energiforbrug. I Arler, Finn (red.) (red.), *Humanøkologi : miljø, teknologi og samfund* (s. 283-306). Aalborg Universitetsforlag.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Byplanlægning og energiforbrug

Petter Næss

Indledning

I dette kapitel vil vi se på hvordan planlægningen af bebyggelse, arealanvendelse og transportsystemer kan påvirke forbruget af energi, og dermed også omfanget af de miljøproblemer som hænger sammen med et højt energiforbrug. Fokus vil først og fremmest være rettet mod situationen i byer og byområder. Kapitlet handler altså om byplanlægningens mulige bidrag til energibesparelse eller stigende energiforbrug. Mere specifikt drejer det sig om udviklingen af den fysisk-funktionelle bystruktur, som omfatter:

- bygningsmassens geografiske fordeling og udformning
- forskellige byfunktioners indbyrdes lokalisering
- transportsystemets (dvs. vejnettet, kollektivtilbudet, parkeringsforholdenes) udformning.

Dette fokus indebærer ikke, at byplanlægning opfattes som det vigtigste middel til at nå målsætninger om begrænsning af energiforbruget. Heller ikke at energibesparelse er, eller bør være, det vigtigste hensyn i byplanlægningen. Samfundets behov for energi påvirkes imidlertid forholdsvis meget af lokaliseringen og udformningen af ny bebyggelse og transportsystemer, især i et langsigtet perspektiv. I den grad myndighederne er i stand til at styre udviklingen på disse områder gennem byplanlægningen, har denne planlægning altså en potentielt vigtig energipolitisk funktion. Nogle analyser indikerer, at omtrent en tredjedel af samfundets energiforbrug går til opgaver hvor energibehovet kan påvirkes af valget af udbygningsmønstre og bygningstyper (Næss 1997, 31-32).

Dette betyder dog ikke, at man gennem byplanlægning alene kan reducere energiforbruget med en tredjedel. For det første er det kun muligt at reducere *en del* af den energi som bruges til disse formål, uanset hvor gunstigt bygningsmassen og transportanlæggene lokaliseres og udformes. For det andet tager det meget lang tid at udskifte den eksisterende bygningsmasse og transportinfrastruktur. For det tredje vil en byplanlægning som konsekvent prioriterer de energimæssigt gunstigste alternativer, let komme i konflikt med andre hensyn. Gennem byplanlægningen vil det derfor i praksis

kun være muligt, at realisere en begrænset del af det teoretiske potentiale for energibesparelse.

Det er også vigtigt at være klar over, at opføring af bygninger og udbygning af transportinfrastruktur i udgangspunktet er aktiviteter, som belaster naturmiljøet, selv om omfanget af negative miljøkonsekvenser kan påvirkes betydeligt gennem valg af løsninger. Ny bebyggelse - uanset lokalisering og udformning - medfører, at bygningsmassen, som må varmes op, belyses og ventileres bliver større med forøget energiforbrug som resultat. Det er derfor klart, at det vi ofte betegner som energimæssigt gunstige løsninger på udbygningsopgaverne, kun er energibesparende i *relativ* forstand, ikke i absolut.

Det er først og fremmest energiforbruget til opvarmning (og eventuel afkøling) af bygninger, og til lokal/regional transport, som kan påvirkes gennem valg af byplanmæssige løsninger. Energiforbruget afhænger givetvis også af socioøkonomiske og livsstilmæssige forhold, som er svære at påvirke gennem offentlig planlægning og politik. Hvis vi sammenligner gennemsnitstal blandt indbyggere i områder med forskellige boligtyper, eller boligområder med forskellig beliggenhed i forhold til byens centrum, vil vi dog ofte finde nogle klare forskelle, også når der korrigeres for f.eks. beboernes socioøkonomiske sammensætning.

I de følgende afsnit vil vi se nærmere på hvilke egenskaber ved den fysisk-funktionelle bystruktur, som har betydning for energiforbruget. Først vil vi gennemgå, hvordan en række egenskaber ved arealanvendelse og bebyggelsesmønstre kan påvirke energiforbruget til transport. Derefter vil vi vende opmærksomheden mod betydningen af vej- og parkeringskapaciteten og det kollektive transporttilbud. Disse afsnit vil koncentrere sig om persontransporten, som står for ca. 2/3 af transportens energiforbrug, medens gods-transporten udelades. Til sidst vil vi se på hvordan udformningen og lokaliseringen af boligbebyggelse påvirker energibehovet i bygninger. Sandsynligvis er der tale om spæremuligheder i nogenlunde samme størrelsesorden.

Bystruktur og energiforbrug til transport

Energiforbruget til transport afhænger af afstandenes længde, de benyttede transportmidler og disses effektivitet. At dæmpe transportens energiforbrug handler derfor om at begrænse transportens samlede omfang, at udføre en større andel af transporten med transportmidler med lavt energiforbrug (især gang og cykel, men også kollektiv transport hvis kapacitetsudnyttelsen ikke er for lav), og at muliggøre at de enkelte transportmidler kan operere på en energimæssigt optimal måde, f.eks. gennem en høj kapacitetsudnyttelse. Byplanmæssige forhold kan først og fremmest påvirke transportomfanget og transportmiddelfordelingen, men i nogen grad også kapacitetsudnyttelsen i den kollektive transport.

En række byplanmæssige forhold kan påvirke indbyggernes transport i byområder. Nedenfor vil vi kigge nærmere på nogle af de vigtigste af disse faktorer, nemlig:

- befolkningstætheden
- boligernes lokalisering indenfor byområdet
- arbejdspladsernes lokalisering indenfor byområdet
- byens geometriske form
- standarden på vejssystemet og det kollektive tilbud.

Inden vi tager fat på den konkrete gennemgang af de forskellige bystrukturelle egenskabers betydning, er det imidlertid på sin plads med nogle teoretiske betragtninger omkring sammenhænge mellem arealanvendelse og transport.

Ifølge transportøkonomiske og transportgeografiske teorier afhænger folks transport først og fremmest af forskellige rejsemåls attraktivitet, og af hvor tilgængelige disse rejsemål er. Når det gælder *attraktiviteten*, vil faktorer som antallet og mangfoldigheden af arbejdspladser og servicefunktioner, eller antal beboere, have betydning. Også kulturelle og symbolske egenskaber ved et område kan påvirke hvor mange, der ønsker at opsøge det. I mange byer vil centrumsområdet f.eks. have en "atmosfære," som gør det til et attraktivt sted at opsøge. *Tilgængeligheden* afhænger især af afstanden til rejsemålet og hvor let denne kan tilbagelægges. Jo nærmere rejsemålet ligger det sted man befinder sig, og jo hurtigere, billigere og mere komfortable transportmåder som findes, desto lavere er ulemperne ved at komme dertil, og jo mere tilgængeligt vil rejsemålet være.

Men også folks personlige forudsætninger (som f.eks. alder, køn, indtægt osv.) og deres værdier, normer, livsstile og omgangskredse spiller selvfølgelig en afgørende rolle, både for hvilke steder man er interesseret i at rejse til, og hvor store og hvad slags ulemper man er villig til at acceptere i forbindelse med transporten. Det transportmønster, som i den sidste ende opstår, er et resultat af folks ressourcer, behov og ønsker, modificeret gennem de begrænsninger og muligheder som samfundets strukturelle betingelser giver ophav til. Blandt de strukturelle betingelser i samfundet udgør de fysiske og rumlige bystrukturer naturligvis kun én af mange kategorier, men for byplanlægningen vil netop disse strukturer være af speciel interesse.

Det er først og fremmest den lokale/regionale transport, som kan påvirkes gennem byplanlægning. Transport over lange afstande, f.eks. ferieture eller godstransport mellem forskellige landsdele, vil selvsagt blive påvirket af planlægningen og udbygningen af transportinfrastruktur (f.eks. motorveje og broforbindelser), men formodes i mindre grad at blive påvirket gennem planlægningen af arealanvendelse og bebyggelse i byer.

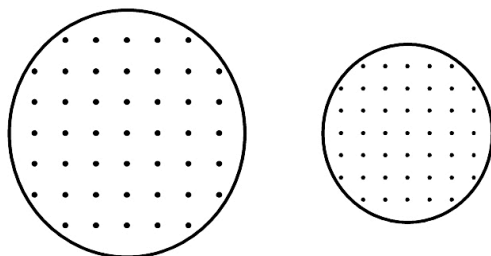
Lokaliseringens betydning for transporten vil også være forskellig for forskellige typer rejsemål. For nogle funktioner har lokaliseringen entydig

sammenhæng med rejsevirkksomheden. Her sigter jeg til faciliteter, hvor vi næsten altid opsøger det nærmeste, lettest tilgængelige tilbud, f.eks. postkontor, fordi de forskellige tilbud er ligeværdige. Dette vil også gælde funktioner, hvor tilbudet er reguleret, f.eks. folkeskoler (forudsat at der ikke eksisterer et privatskoletilbud til denne aldersgruppe - i så fald vil børnene ikke nødvendigvis gå på den nærmeste skole). For mange funktioner har en række andre forhold end lokaliseringen imidlertid betydning for rejsevirkksomheden. Denne gruppe er antagelig en god del større end den første gruppe, og omfatter blandt andet arbejdssted, udvalgswarebutikker og en række fritidstilbud. Den første type funktioner vil det være transportmæssigt fordelagtigt at lokalisere i nær tilknytning til boligerne, med mange forskellige enheder, som hver betjener et forholdsvis lille geografisk område. Men for den anden type funktioner kan man *ikke* uden videre regne med, at samlokalisering med boliger vil give reducerede rejselængder.

Befolkningstæthed

Teoretisk er der gode grunde til at antage at indbyggerne i tætte byer vil kunne nå sine daglige gøremål med mindre transport end indbyggerne i byer med spredte og arealkrævende udbygningsmønstre. Høj befolkningstæthed giver kortere gennemsnitlige afstande mellem boliger, arbejdspladser og servicefunktioner. Med befolkningstæthed tænkes her på tætheden af indbyggere indenfor byarealet, og f.eks. ikke indenfor kommunens administrative territorium, som kan indeholde både tæt bebyggede strøg og store ubebyggede eller spredt bebyggede områder.

I Figur 1 er sammenhængen mellem tæthed og gennemsnitsafstand mellem funktioner symboliseret med prikker indenfor cirkler af forskellig størrelse. Begge cirkler indeholder samme antal prikker, men gennemsnitsafstanden mellem prikkerne er kortere i cirklen til højre end i cirklen til venstre.



Figur 1. Afstande mellem funktioner i byer med forskellig tæthed, symboliseret med prikker indenfor cirkler af forskellig størrelse.

Med de kortere afstande til forskellige faciliteter kommer flere rejsemål indenfor gang- og cykelafstand. Høj tæthed giver desuden et bedre be-

folkningsgrundlag for den kollektive trafik, med mulighed for flere fintmasketede ruter og dermed kortere gangafstande til holdepladserne, og med hyppigere afgang på de enkelte ruter. Hvor tætheden er høj, bliver der desuden mindre plads til biler, med flere gadekryds, røde trafiklys, langsommere kørsel og knaphed på parkeringsmuligheder. Dette styrker den kollektive og ikke-motoriserede transports muligheder for at konkurrere med bilen. Tæthed bidrager altså både til kortere rejselængder og en lavere andel af bilture. Begge dele bidrager til at nedbringe energiforbruget til transport.

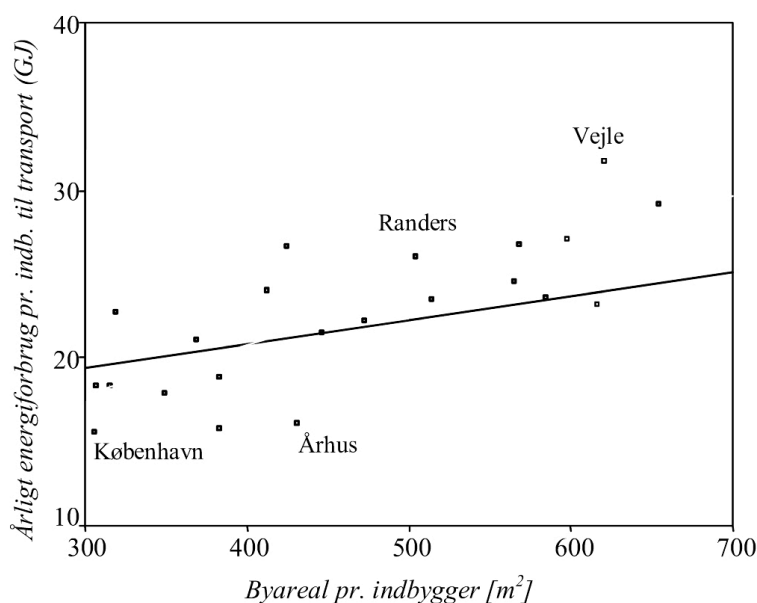
Der er efterhånden lavet nogle undersøgelser, som viser at indbyggerne i tætte byer faktisk forbruger mindre energi til transport end dem, der bor i spredte og arealkrævende byer. De tidligere undersøgelser er dog blevet kritiseret af mange. Måske er det ikke tætheden, men andre egenskaber ved byerne, som er hovedårsagen til forskellene i energiforbruget? En svaghed ved mange af de tidligere undersøgelser var, at der ikke blev kontrolleret, om sammenhængen mellem tæthed og bystruktur fortsat var tilstede, når der også blev taget hensyn til andre relevante faktorer.

En sådan kontrol blev imidlertid foretaget i en undersøgelse, som i begyndelsen af 1990'erne blev lavet af 22 nordiske byer (Næss, Sandberg & Røe 1996). Den omfattede 13 norske byer, 4 danske, 4 svenske og en islandsk by. De danske byer var København, Århus, Randers og Vejle. Byerne varierer meget i størrelse, fra København med 1,5 million indbyggere indenfor det sammenhængende byareal, til den lille norske by Hammerfest med kun 7.000 indbyggere. Oplysninger blev indsamlet om en række byplanmæssige og socioøkonomiske forhold ved hver enkelt by. Energiforbruget til transport blev kortlagt ved hjælp af oplysninger fra olieselskaberne om, hvor meget benzin og autodiesel, der blev solgt i løbet af et år indenfor hvert af de 22 byområder, samt oplysninger om den kollektive transports forbrug af diesel til busser og elektricitet til S-toge, tunnelbaner og sporvogne.

Undersøgelsen viste, at der blandt de 22 nordiske byer var en tydelig sammenhæng mellem byernes tæthed og indbyggernes gennemsnitlige energiforbrug til transport. Jo mere byareal pr. indbygger, dvs. jo lavere befolkningstæthed, desto højere blev energiforbruget. Denne sammenhæng holder også, når der korrigeres for en række andre forskelle mellem byerne end forskellen i befolkningstæthed, blandt andet indtægt, bilejerskab, uddannelsesniveau, erhvervsstruktur og andre byplanmæssige forhold end tætheden. I Figur 2 viser linien, hvordan sammenhængen ser ud, når der korrigeres for disse faktorer.

Ved siden af tætheden viste det sig at energiforbruget i de 22 byer blev påvirket af, hvor centraliseret eller decentraliseret boligerne var fordelt indenfor byarealet. Dette vil blive belyst nærmere i det næste afsnit. Desuden havde omfanget af arbejdspendling mellem byen og omverdenen som ventet stor betydning. Jo flere som pendlede til eller fra byen, jo større energiforbrug. Erhvervsstrukturen viste sig også at påvirke energiforbruget til transport. Jo større andel, som arbejdede i industrisektoren, bygge og anlægsbran-

chen eller indenfor transporterhvervene, jo højere energiforbrug. Dette kan måske delvis skyldes kulturelle forskelle i transportvanerne, men sandsynligvis også at arbejdspladser indenfor disse erhverv ofte ligger i byernes yderkanter, hvor tilgængeligheden med den kollektive transport er dårlig. De ansatte bruger måske derfor bilen i større grad end dem, som arbejder i kontorerhvervene. Vi vender tilbage til dette under punktet om arbejdspladser lokaliseret indenfor byarealet. Endelig viste indtægtsniveauet sig, ikke uventet, at påvirke transportenergien. Jo flere penge folk har, jo større muligheder har de for at købe biler og benzin. Gennemsnitsindtægten var dog den af de fem faktorer, som havde den svageste effekt på energiforbruget.

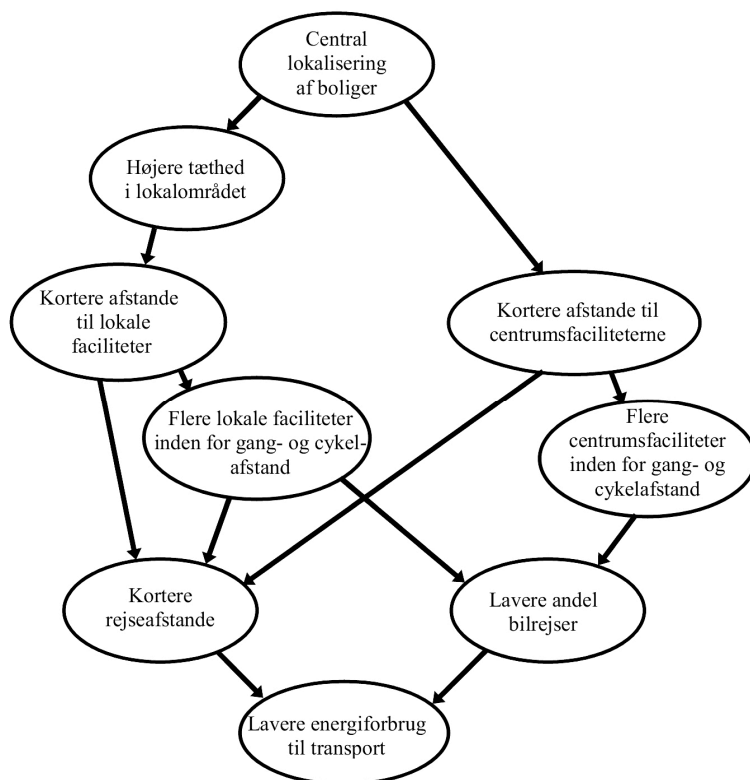


Figur 2. Sammenhæng mellem tæthed og energiforbrug til transport i 22 nordiske byer. Kilde: Næss, Sandberg & Røe (1996).

Boligers lokalisering indenfor byområdet

Traditionelt har mange europæiske byer haft en koncentration af arbejdspladser og servicetilbud (især offentlige kontorer, kulturinstitutioner, restauranter, underholdningstilbud og specialbutikker) i de centrale dele. Jo nærmere centrum boligerne i sådanne byer ligger, desto flere arbejdspladser og servicetilbud vil ligge i kort afstand fra boligen. Det er nærliggende at antage, at dette kan give kortere rejselængder blandt dem, som bor centralt end

blandt dem, som bor i udkanten af byen. Korte afstande gør desuden, at en større del af rejsemålene kan nås til fods. De senere årtiers decentralisering af detailhandel og arbejdspladser til ydre bydele indebærer godt nok en vis svækkelse af denne hovedtendens. I de fleste europæiske byer vil der dog som regel være en langt stærkere koncentration af faciliteter nær centrum end i udkanten af byområdet.



Figur 3. Skematisk illustration af hvordan boligens lokalisering i forhold til byens centrum kan antages at påvirke omfanget af beboernes transport indenfor byområdet, og hvilke transportmidler transporten udføres med.

Lokaliseringen af et boligområde indenfor byområdet har som regel også betydning for, hvor tæt omgivelserne er bebygget. Der er oftest hverken tradition for eller efterspørgsel efter lige så tæt byggeri i periferien af et byområde som i de centrale bydele. Med højere tæthed af boliger og/eller ar-

bejdspladser i lokalområdet, vil befolkningsunderlaget for forskellige former for lokale servicefunktioner øges. Dermed vil også den gennemsnitlige afstand fra boligerne i området til lokale servicefunktioner blive kortere. Dette vil også kunne påvirke hvor stor andel af beboerne som foretrækker at bruge cyklen eller gå-ben på sine ture til disse faciliteter, siden folks brug af ikke-motoriserede transportmidler ofte er stærkt følsom for hvor store afstande, der skal tilbagelægges.

I mange byer vil centrumsområdet desuden have en "atmosfære," som gør det til et attraktivt sted at opsøge. I centrum foregår mange kultur- og underholdningsaktiviteter, både i biografer, teatre og koncertsale, og også i parker og på gaderne. Ude-restauranter er også med til at give centrum liv. Fordi så mange mennesker færdes til fods gennem centrum, f.eks. på vej hjem fra arbejde, eller på vej til butik, restaurant eller biografbesøg, er centrum ofte et område med stor mulighed for tilfældige møder med venner og bekendte.

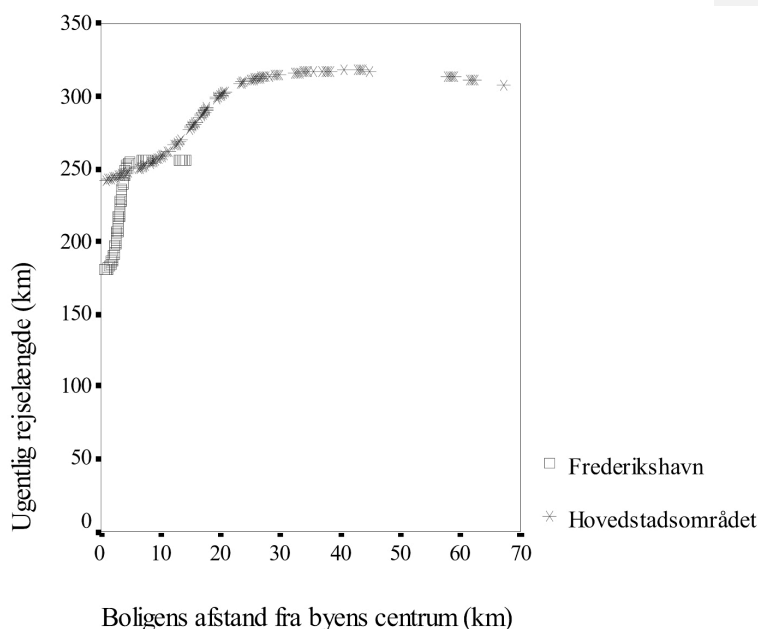
Lokalisering af boliger nær centrum vil ifølge disse ræsonnementer bidrage til at sænke energiforbruget til transport både gennem at reducere rejselængderne og ved at nedbringe de motoriserede transportmidlers andel af transporten (se Figur 3). Mange har alligevel hævdet, at folks valg af transportmidler først og fremmest bestemmes af økonomi, husstandens sammensætning og af livsstilen, og at byernes fysiske struktur kun spiller en lille rolle. Desuden kan høj tilgængelighed skabe nye behov. Centrumsbeboernes høje tilgængelighed til faciliteter kan tænkes at blive brugt til at vælge mellem en bredere vifte af arbejdspladser, butikker, boliger, og fritidstilbud, snarere end til at reducere transporten. Nogle har også hævdet, at der i de senere år er foregået en så stærk decentralisering af arbejdspladser og detailhandel, at det ikke længere spiller nogen rolle for transportomfanget, om boligen ligger centralt eller perifert i byområdet.

De konkrete undersøgelser, som er foretaget, viser alligevel ret entydigt, at de, som bor i ydre bydele, rejser betydeligt længere med motoriserede transportmidler i dagligdagen end indbyggerne i indre og centrale bydele. Dette hovedmønster er fundet i så forskellige byer som London, New York, San Francisco, Melbourne, Københavnsområdet, Århus, Aalborg, Frederikshavn, Oslo, Bergen og Trondheim.

I Figur 4 er der indtegnet kurver, som viser sammenhænge mellem den ugentlige rejselængde pr. person og boligens afstand fra centrum i Hovedstadsområdet og i Frederikshavn. I begge disse kurver er der taget højde for en række socioøkonomiske og holdningsmæssige forskelle mellem de personer, som deltog i undersøgelsen, og desuden for andre byplanmæssige forhold end boligens afstand fra centrum.

Vi ser, at rejselængderne stiger, når boligens afstand fra centrum bliver længere, både i Hovedstadsområdet (1,8 millioner indbyggere) og i Frederikshavn (35. 000 indbyggere i kommunen, 26.000 i det sammenhængende byområde). Indbyggerne i Hovedstadsområdet har gennemgående større

rejselængder, end indbyggerne i Frederikshavn. Forskellen er ca. 60 km. pr. uge i gennemsnit. Det afspejler formodentligt, at hele Hovedstadsområdet langt hen ad vejen fungerer som et fælles bolig-, arbejds- og servicemarked, mens de fleste af Frederikshavns indbyggere færdes indenfor et betydeligt snævrere geografisk område.



Figur 4. Sammenhænge mellem boligens afstand fra centrum og indbyggernes gennemsnitlige ugentlige rejselængde, korrigeret for en række socioøkonomiske og holdningsmæssige faktorer.

Vi ser også, at kurven for Frederikshavn er mere stejl end kurven for Hovedstadsområdet. Medens man i Hovedstadsområdet skal mere end 30 km. væk fra Rådhuspladsen i København, inden de ugentlige rejselængder begynder at stabilisere sig, når man i Frederikshavn dette punkt allerede i en afstand på 5 km fra centrum. Dette afspejler, at den sammenhængende by i Frederikshavn kun strækker sig ca. 3 - 4 km. ud fra centrum, og at man derefter befinder sig i det åbne land, hvor udbuddet af servicefaciliteter og arbejdspladser udenom landbruget begrænser sig til det forholdsvis beskedne antal, man kan finde i oplandsbyerne. Hovedstadsområdet dækker et langt større areal, og langs nogle af S-togslinierne når den sammenhængende bymæssige bebyggelse ud til 25 - 30 km. fra Københavns centrum. Hoved-

stadsområdet har desuden et hierarki af lokale centre i tillæg til Københavns bymidte, medens Frederikshavn kun har ét område med egentlige centerfunktioner. I Frederikshavn er tilgængeligheden til faciliteter derfor først og fremmest afhængig af boligens afstand til bymidten. I store byer bestemmes tilgængeligheden til faciliteter som regel både af afstanden til byens hovedcentrum og af, hvordan boligen er lokaliseret i forhold til lokale centre. Forskellen i ugentlig rejselængde mellem centralt lokaliserede boliger og boliger i periferien er alligevel omtrent lige stor i begge byområder, nemlig ca. 75 km.

Analysen af de respondenter, som har flyttet fra en boligadresse til en anden indenfor Hovedstadsområdet i løbet af de sidste fem år, bygger yderligere op under disse resultater. Flytning væk fra Københavns centrum forøger sandsynligheden for at respondenterne oplever et stigende transportomfang på grund af flytningen. Omvendt bidrager flytning i retning nærmere ind mod centrum til større sandsynlighed for, at respondenterne oplever en reduktion af transporten som følge af flytningen.

Boligens beliggenhed i forhold til byens centrum er selvfølgelig ikke den eneste byplanmæssige faktor, som påvirker indbyggernes transport. Både i Hovedstadsområdet og i Frederikshavn forøges tilgængeligheden til indkøbsmuligheder, offentlige kontorer og de fleste typer fritidstilbud (bl.a. biografteatre, diskoteker og restauranter), jo nærmere centrum boligen ligger. Boligens beliggenhed i forhold til centrum har også stærk indvirkning på de gennemsnitlige afstande mellem arbejdsplads og bolig. Boligens lokalisering i forhold til bycenteret fremtræder dermed som en nøgelfaktor som påvirker en række byplanmæssige forhold på et mere detaljeret niveau, og som alle har indvirkning på beboernes transportbehov.

Det er først og fremmest transporten på hverdage, som bliver påvirket af boligens byplanmæssige situation. Sammenlignet med weekender og ferier, er hverdagsrejserne i langt stærkere grad bundet op i rutinemæssige forpligtigelser som f.eks. at komme på job eller til skole, bringe børn i institution, gøre indkøb osv. Det er derfor rimeligt at antage, at afstandene fra boligen til hovedcentrum og lokalcentre vil betyde mere for de "bundne" rejser end for rejserne i weekenden. Også for transporten i weekender findes der dog en svag tendens til at transportomfanget øges noget, når boligen ligger perifert i Hovedstadsområdet.

Det er ikke kun transportens omfang, som påvirkes af boligens lokalisering i byområdet, men også brugen af forskellige transportmidler. Som tidligere nævnt, vil en større andel af de daglige rejsemål kunne nås til fods eller med cykel når afstandene til disse rejsemål er korte. Både i Hovedstadsområdet og i Frederikshavn ser vi da også, at gang og cykel udgør en betydeligt større andel af den ugentlige rejselængde blandt dem, der bor centralt, end blandt beboerne i de perifere boligområder. Omvendt tilbagelægges en større andel med bil blandt de perifert bosatte.

Man kan langt hen ad vejen tale om, at boligområderne i de perifere dele af de to byområder er *bilbaserede* og at beboerne i stor grad vil være *afhængige* af bil, hvorimod en centralt beliggende bolig i langt større grad muliggør en tilværelse uden bil i husstanden eller med kun beskeden bilkørsel for at nå de daglige gøremål. Undersøgelsen i Hovedstadsområdet viser da også en klar tendens til, at respondenterne i højere grad anser sig for at være afhængige af bil, hvis de bor langt fra Københavns centrum. Tilsvarende tendens gælder for den årlige kørelængde pr. husstandsmedlem med husstandens biler.

Der er imidlertid ikke nogen tydelige forskelle mellem de centrale og de perifere områder, når det gælder den kollektive transports andel af rejse-længderne. Selv om kollektivtilbuddet som regel er bedst i centrum og de indre bydele, er den kollektive transports andel af rejse-længden ret beskeden i mange af disse områder. Årsagen er sandsynligvis at der i disse områder er så korte afstande til en række butikker, underholdningstilbud, arbejdspladser og andre faciliteter, at tiden man bruger på at gå til og fra holdepladsen og vente på bussen eller S-toget, vil udgøre en stor del af den samlede rejsetid. Ofte vil det da være hurtigere at cykle eller gå hele distancen. Takstpolitikken i mange byer forstærker dette. Ofte koster en enkeltbillet lige meget uanset om man rejser en kilometer eller fem gange så langt.

I de ydre dele af Hovedstadsområdet finder vi nogle områder med høje kollektivandele, medens andre har meget lave. Disse forskelle genspejler tydeligt forskelle i den kollektive transports serviceniveau, som igen påvirkes af, hvor tæt bebyggelsen er i det lokalområde, hvor boligen ligger.

Betydningen af boligens lokalisering i forhold til centrum bliver både i Hovedstadsområdet og i Frederikshavn bekræftet gennem de kvalitative interviews. F.eks. fortæller to husstande, som er flyttet fra perifere dele af Frederikshavn kommune til centrumsområdet, at de har reduceret transporten betydeligt som følge af flytningen. Ønsket om at reducere transporten bliver fremhævet af disse to husstande som et af hovedmotiverne for at flytte. De, som bor centralt, peger også på, at de korte afstande bl.a. til arbejdspladser og butikker gør, at de kan gå eller cykle til disse rejsemål i stedet for at anvende bil. Omvendt fortæller en husstand fra et af de perifere boligområder i Frederikshavn, at de fandt det nødvendigt at anskaffe en ekstra bil, da de flyttede fra en mere central lokalisering, fordi det ellers blev for slidsomt og upraktisk at udføre de rejser, som var nødvendige for at nå daglige gøremål. En anden af de perifert bosatte interviewpersoner arbejdede på en af de få lokale arbejdspladser, men siger alligevel, at hun ville have følt sig helt inde-spærret hvis hun ikke havde haft bilen - et udsagn som afspejler, at boligen ligger sådan lokaliseret, at en række af de rejsemål, hun ser det som vigtigt at komme til, vanskeligt kan nås uden bil.

Arbejdspladser lokaliseret indenfor byområdet

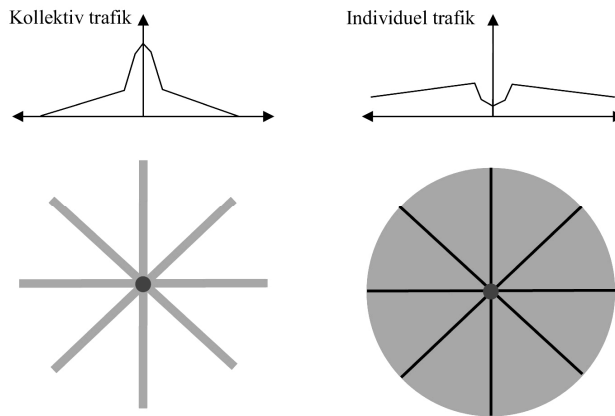
Mange byplanlæggere har haft stærkt tro på at samlokalisering af boliger og arbejdspladser vil bidrage til kortere bolig-arbejdsrejseafstande. At bringe flere boliger nærmere arbejdspladskoncentrationerne i centrum vil, som vi netop har set, bidrage til at nedbringe rejselængderne. Derimod er det tvivlsomt, om man vil opnå reducerede bolig-arbejdsrejseafstande ved at flytte arbejdspladser ud i boligforstæderne. Som vi allerede har været inde på, kan man ikke regne med at folk altid vil vælge de nærmeste tilbud. Så længe afstanden ikke overstiger en acceptabel daglig rejsetid, vil mange betragte hele byregionen som et sammenhængende bolig- og arbejdsmarked, og vælge den arbejdsplads hvor jobindhold, løn, arbejdsforhold og udviklingsmuligheder er mest tilfredsstillende, givet ens egne kvalifikationer. I hvert fald gælder det for dem, som har et nogenlunde specialiseret erhverv - og det er jo tilfældet for stadig flere. Og hvis folk ser på hele byen som et potentielt arbejdsmarked, vil de gennemsnitlige bolig-arbejdsrejser snarere blive længere end kortere, hvis arbejdspladsen ligger i de ydre bydele.

Teoretisk er der større grund til at forvente, at folks valg af *transportmidler* vil blive påvirket af, om arbejdspladsen ligger centralt eller perifert i byen. I de fleste byer stråler den kollektive transports ruter radialt ud fra centrum til periferien. Til centrum kan man komme fra alle retninger uden at skifte fra en rute til en anden. Centrum vil derfor som regel være den del af byen, som har bedst tilgængelighed med kollektiv transport. I Figur 5 er dette illustreret til venstre ved den markerede top på tilgængelighedsprofilen. Tilgængeligheden med kollektiv transport er forholdsvis god også for de områder, der ligger nærmest de vigtigste kollektivruter. Men i de sektorer, som ligger mellem disse korridorer, vil tilgængeligheden med kollektiv transport være dårligere.

For biltrafikken vil centrum derimod være den del af byen, der har dårligst tilgængelighed. Fordi så mange veje mødes her, er det i dette område trængselsproblemer har lettest ved at opstå. Dette bliver forstærket af, at mange historiske bykerner har smallere gader end i de ydre bydele, ligesom pladsen til parkering er mere begrænset. Til højre i Figur 5 er dette illustreret ved den lavning, som tilgængelighedsprofilen danner rundt om centrumsområdet. Udenom bykernen vil tilgængeligheden med bil være omtrent lige høj over hele byområdet. Tilgængeligheden med bil er i meget mindre grad, end for den kollektive trafik, koncentreret omkring bestemte korridorer.

Sammenlignet med arbejdspladser i byens periferi, vil en central lokalisering af arbejdspladser altså som oftest give bedre tilgængelighed med kollektiv transport og dårligere tilgængelighed med bil. Ud fra teoretiske betragtninger er der derfor grund til at forvente, at en lavere andel af de ansatte vil vælge bilen til jobbet, når arbejdspladsen ligger centralt. Derimod er det ikke grund til at forvente, at de gennemsnitlige afstande mellem bolig og arbejdsplads vil være væsentligt forskellige, hvis arbejdspladsen ligger centralt eller perifert i byområdet. Måske vil den gennemsnitlige bolig-

arbejdsrejselængde øge en smule jo længere væk fra centrum arbejdspladsen ligger, men på den anden side vil centrumsområdet ofte være let tilgængeligt med regionaltog, hvilket kan bidrage til et højere antal langpendlere i dette område.



Figur 5. Tilgængelighed med bil og kollektiv transport i forskellige dele af byen. Kilde: Langdalen (1993).

De empiriske undersøgelser, som er lavet i Danmark og Norge, viser da også resultater, som passer godt med de teoretiske antagelser. Peter Hartoft-Nielsen (1997) har undersøgt en række kontorarbejdspladser i Hovedstadsområdet og fundet, at andelen, som kører bil, typisk ligger på 10 - 25% i indre by, medens den er 70 - 85% i periferien når arbejdspladsen ligger langt væk fra en S-togsstation. Hvis arbejdspladsen ligger tæt på et knudepunkt i S-togssystemet, er bilandelen dog kun 40 - 60%. Disse forskelle i bilandele genfindes i daglige biltransportlængder pr. ansat på kun 3 - 10 km for arbejdspladser i indre København, 19 - 25 km for arbejdspladser tæt på knudepunkts S-togsstationer, og 30 - 45 km, når arbejdspladsen ligger i periferien og uden nærhed til nogen S-togsstation.

Tilsvarende resultater er fundet i en undersøgelse i Oslo (Næss og Sandberg 1996). Bilandelen af arbejdsrejselængden varierede fra gennemsnitlig mellem 10 og 15% i Oslo centrum, omkring 50% ved to arbejdspladser tæt på en metrostation 3 - 4 km fra centrum, og henholdsvis 70 og 90 % ved to perifere arbejdspladser som begge havde dårlig tilgængelighed med kollektiv transport. Sammenhængen mellem bilandel og beliggenhed i forhold til centrum var stærk, også når der blev korigeret for en række socio-økonomiske egenskaber ved de ansatte.

Det er især i de større byer, man finder en stor forskel i bilanvendelse mellem centrale og perifere arbejdspladser. I mellemstore byer som f.eks. Aalborg eller Århus er forskellen mindre, men også her er bilandelen størst ved arbejdspladser i periferien.

Hverken i Hovedstadsområdet eller i Oslo har man fundet store variationer i bolig-arbejdsrejselængderne mellem centralt lokaliserede og mere perifert beliggende virksomheder. Bortset fra nogle arbejdspladser tæt på hovedbanegårdene, var der dog en tendens til at afstanden mellem bolig og arbejdssted øgedes noget, når arbejdspladsen kom længere væk fra centrum. De lange gennemsnitlige rejseafstande til arbejdspladserne tæt på banegårdene skyldes formodentlig, at disse arbejdspladser er let tilgængelige for personer bosat i regionernes ydre dele, hvor der ofte er et stort underskud af arbejdspladser. På en af de undersøgte centrale arbejdspladser i Oslo arbejder f.eks. mange kvinder, som er bosat i kommuner i den ydre del af regionen, og som ikke disponerer over bil i det daglige. Disse ville ikke nemt kunne tage arbejde på en arbejdsplads, hvor det ville være svært at komme til med den kollektive transport.

Siden der ikke er nogen tendens til, at forskelle i rejselængder modvirker de klare forskelle i transportmiddelfordeling, er der både i Hovedstadsområdet og i Oslo meget klare sammenhænge mellem arbejdspladsens beliggenhed og energiforbruget pr. ansat til bolig-arbejdsrejser. Også i provinsbyerne er denne sammenhæng tydelig, omend ikke lige så stærk.

Det er dog ikke alle typer arbejdspladser, som det er transportmæssigt gunstigt at lokalisere centralt. Servicetilbud, som henvender sig til den lokale befolkning, f.eks. folkeskoler, børnehaver og posthuse, er oplagte eksempler. Disse funktioner vil det være fordelagtigt at lægge tættest mulig på den befolkning de skal betjene, dvs. integreret i de forskellige boligområder. Nogle servicetilbud er imidlertid mere specialiserede, og for sådanne funktioner vil det næppe være fornuftigt med en lokalisering inde i en boligbebyggelse. Sådanne specialiserede funktioner, f.eks. et teater, findes der som regel ikke mange af indenfor hver by, fordi ikke alle indbyggerne benytter det, og de, som besøger teatret opsøger det desuden kun et begrænset antal gange om året. Man er derfor afhængig af at trække besøgende fra et stort opland.

Generelt kan man måske sige, at hvert enkelt servicetilbud bør lokaliseres sådan, at det antal kunder eller brugere, som tilbudet er dimensioneret for, kan nå det inden for kortest mulig afstand. Ikke-specialiserede tilbud, som den enkelte husstand ofte benytter, f.eks. dagligvarebutikker, børnehaver og folkeskoler, bør ligge nær boligerne. Specialiserede funktioner og tilbud, som den enkelte indbygger benytter sjældnere, f.eks. et regionteater eller et hovedbibliotek, bør ligge centralt i byen. For servicetilbud som det ikke er naturligt at lægge i centrum, men som alligevel trækker brugere udenfor det helt lokale område, er det generelt fordelagtigt med lokalisering i knudepunkter for kollektivtrafikken.

I Holland har planlægningsmyndighederne udviklet det såkaldte ABC-princip for erhvervslokalisering. Eksisterende og potentielle områder for erhvervsvirksomhed klassificeres som A-, B- eller C-områder efter hvor godt tilgængelige de er med bil, kollektiv transport og for gående og cyklister. Virksomheder, som tiltrækker mange mennesker, ønskes lokaliseret til A-områder, dvs. områder med god tilgængelighed med kollektiv og ikke-motoriseret transport og lav tilgængelighed med bil. Det sidste indebærer blandt andet, at antal parkeringspladser pr. tusind ansatte ikke må ligge over et vist niveau. Virksomheder med få ansatte eller besøgende, men med høj afhængighed af bil for godstransport osv., kanaliseres til C-områderne. Disse kan let nås med lastbil, men behøver ikke at være så let tilgængelige med kollektive transportmidler. I en mellemkategori ligger B-områderne, som kendetegnes ved at være relativt godt tilgængelige både med kollektiv transport og med bil. Stationsnære områder i de ydre bydele af Hovedstadsområdet falder ind under denne kategori. Til B-områderne vil det være gunstigt at lokalisere virksomheder, som har forholdsvis mange ansatte eller besøgende pr. arealenhed, men som samtidig er afhængige af en del varetransport.

Byens geometriske hovedform

I byplanlægningens historie har spørgsmålet om byernes geometriske form (cirkulær, lineær, stjerneformet osv.) været viet stor opmærksomhed. Byplanlæggere har som regel ment, at lineære udbygningsmønstre er gunstige med tanke på et effektivt kollektivt transportsystem. Den tidligere omtalte undersøgelse af de 22 nordiske byer viser da også, at byerne med en mere eller mindre lineær form (båndbyer og fingerbyer) alt andet lige havde en højere standard på sit kollektive transporttilbud. Båndbyidealet har også været begrundet med, at det vil reducere transportbehovene, fordi man indenfor ethvert tværsnit af båndet vil kunne nå de funktioner, man behøver at opsoge i det daglige. I dagens danske samfund vil imidlertid mange vælge arbejdspladser og en række servicetilbud indenfor hele byen. Og dermed kan transportafstandene indenfor et sådant bånd blive ret lange, og ofte for lange til at cyklen vil være et attraktivt alternativ. Så selv om den kollektive transports andel sandsynligvis ville blive høj, vil energiforbruget let blive lige så stort som i en cirkelformet by.

Spørgsmålet om, hvilken geometrisk byform, der er gunstigst, har desuden kun praktisk betydning, hvis man står overfor muligheden for at ændre byens eksisterende form. Dette vil som regel sige i situationer, hvor man står foran en betydelig arealmæssig ekspansion. En omfattende ekspansion af byarealet vil imidlertid - bortset fra i situationer med stærk befolkningsvækst - indebære, at befolkningstætheden reduceres, altså til en ugunstig udvikling set i forhold til målsætningen om at reducere transportens energiforbrug.

Transportsystemets udformning

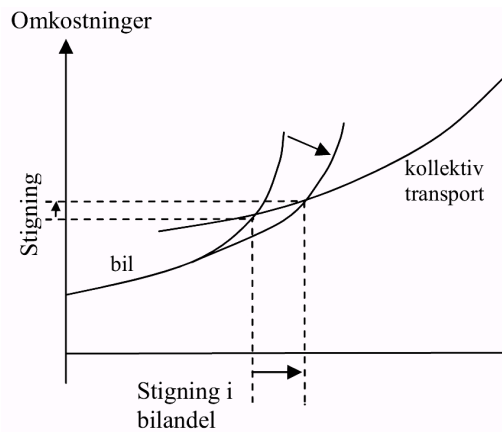
De officielle mål i mange europæiske landes transportpolitik går ud på at begrænse biltrafikken og overføre transport fra bil til mere miljøvenlige transportformer. Men det som sker i praksis, er ofte en omfattende tilrettelægning for at det skal blive lettere for flere at køre bil. Det ser ud til at være en udbredt opfattelse, at det er mulig at styrke den kollektive transports markedsandel samtidig med at man bygger større og mere kapacitetsstærke vej-anlæg i byområderne. I en redegørelse til Stortinget om trafikpolitikken skrev den norske regering i 1997 f.eks.: "Forskellige analyser tyder på at kapacitetsudvidelse i sig selv kun i beskednen grad bidrager til trafikvækst, og at de derfor har givet et betydelig bidrag til at lette køproblemerne." Et sådant syn ser også ud til at være udbredt blandt mange trafikingeniører.

Antagelsen om at bredere veje vil reducere køproblemerne, bygger på en ret enkel tankemodel: Anlæg af nye hovedveje og udvidelse af eksisterende veje giver større vejkapacitet. Når vejkapaciteten øger, synker trafik-tætheden. Dermed reduceres trængselen.

Denne enkle model er dog ret ufuldstændig. Større vejkapacitet i transportkorridorer med trængselsproblemer har nemlig konsekvenser for hvor attraktivt det bliver at køre bil. Ud fra standard økonomisk teori om forholdet mellem tilbud og efterspørgsel vil efterspørgselen efter et gode øge når omkostningerne ved at benytte godet falder. Når det gælder bilkørsel, er rejsetiden en af de vigtigste omkostningsfaktorer, specielt i områder med trængsel på vejene. Ifølge transportøkonomisk teori kan man forvente, at udvidet vejkapacitet vil påvirke transportadfærden på kort sigt ved at påvirke transportmiddelfordelingen, rejselængderne, rutevalget og andelen af trafikanterne, som vælger at rejse i myldretiden. På lidt længere sigt kan vejudvidelsen også påvirke arealanvendelsen, ved at gøre det mere attraktivt at bygge i de områder, som får bedre tilgængelighed når hastigheden på vejnettet øges. Af disse mulige påvirkninger vil vi i det efterfølgende specielt se på konsekvenserne for transportmiddelfordelingen.

Når det bliver mindre tidkrævende og mere komfortabelt at køre bil, vil nogle trafikanter, som i dag lader bilen stå på grund af trængselen, begynde at køre i stedet for at rejse kollektivt eller cykle. Dette øger trafiktætheden og bidrager til at der igen opstår trængsel. Den forøgede brug af bil har desuden konsekvenser for passagerantallet for kollektivtrafikken. Når tidligere kollektive trafikanter går over til at bruge bil, falder selskabernes indtægter. Med mindre det offentlige står parat til at kompensere for dette med forøgede subsidier, vil selskaberne efterhånden blive tvunget til at reducere antallet af afgange, øge priserne eller reducere standarden, f.eks. ved at skære ned på vedligeholdelsesudgifterne. Alt dette vil gøre den kollektive transport mindre attraktiv, og føre til yderligere tab af passagerer. Vi har med andre ord med nogle feedbackmekanismer at gøre, og det er slet ikke sikkert at nettoeffekten bliver mindre køproblemer - i hvert fald ikke på lidt længere sigt.

En vigtig pointe, hvis vi vil forstå, hvordan forbedringer i vejssystemet eller kollektivtilbudet påvirker transportmiddelfordelingen, er at den kollektive trafik har *stordriftsfordele*, mens biltrafikken har *stordriftsulemper*. Vi skal se på et ræsonnement, som er udviklet af amerikaneren Downs (1962), og englænderne Thomson (1977) og Mogridge (1997). I Figur 6 er omkostningerne ved at rejse vist langs den vertikale akse, mens fordelingen af trafikanter mellem bil og den kollektive transport er vist langs den horisontale akse. Omkostningerne, der refereres til, er de samlede ulemper trafikanterne oplever ved rejsen, dvs. de generaliserede rejseomkostninger. Disse består af både tidsforbruget, pengeudlæg, anstrengelser, manglende komfort osv. Medens forøget biltrafik fører til mere køkørsel og lavere hastigheder på vejnettet, vil større passagerbelæg for den kollektive trafik give grundlag for hyppigere afgang, og eventuelt give et økonomisk grundlag for at anskaffe hurtigere og mere komfortable køretøjer. Jo flere andre bilister som er ude på vejene, jo større ulemper vil det altså være ved at køre bil. Men jo flere andre som bruger kollektivtransport, jo lavere vil ulemperne efterhånden blive ved at rejse kollektivt.



Figur 6. Downs-Thomson-paradoxet. Kilde: Mogridge (1997).

Hvis vejkapaciteten udvides, bliver der - med en given trafikmængde - mindre trængsel. Omkostningskurven for bil får dermed et mindre stejlt forløb. Det betyder, at den krydser kurven for den kollektive trafik længere til højre i figuren. Bil og den kollektive trafik opleves dermed som lige attraktive ved en højere bilandel end oprindelig. Men ved denne højere bilandel har den kollektive transport mistet nogle af sine stordriftsfordele, og har måske måttet kompensere for dette ved at reducere antal afgang, øge priserne eller reducere vedligehold og komfort. Krydsningspunktet for kurverne ligger

derfor, når situationen har stabiliseret sig, på et højere oplevet ulempeniveau for både bil og den kollektive trafik end før vejudvidelsen! Det er denne paradoksale konklusion som ofte bliver kaldt Downs-Thomson-paradoxet. Ræsonnementet bygger på en række forudsætninger:

- at en stor del af trafikanterne faktisk har muligheder for at vælge mellem bil og den kollektive transport
- at (mange af) de rejsende er rationelle, nyttemaksimerende aktører (i modsætning til at handle ud fra hvad som er det sædvanlige, eller hvad man føler man burde gøre)
- besparelse af rejsetid opleves som meget nyttig
- at en stor del af trafikanterne er opmærksomme på marginale ændringer i transportformernes attraktivitet
- at den samlede trafikmængde er stor nok til at kurverne krydser hinanden. Det er klart, at denne sidste forudsætning ikke vil være til stede i små byer eller i landdistrikterne.

For at undersøge om den dynamik, som Downs, Thomson og Mogridge beskriver, er til stede, blev der for nogle år siden lavet en studie i to transportkorridorer i den vestre del af Stor-Oslo (Næss, Mogridge og Sandberg 2001). I hver af de to korridorer blev der udført spørgeskemaundersøgelser i 1995 og 1997 blandt et udvalg erhvervsaktive personer med arbejdssted i Oslo centrum og bosted indenfor bestemte boligområde-zoner i korridorerne. Deltagerne i undersøgelsen blev spurgt bl.a. om afrejsetidspunkt, ankomsttidspunkt og rejsemåde for rejsen til arbejde en bestemt dag. Der blev også spurgt om tidsforbruget på de enkelte dele rejsen bestod af, f.eks. gangtider, ventetider eller kørsel på boligveje inden man kom ud på hovedvejen. Respondentene arbejdede og boede som nævnt i afgrænsede, koncentrerede områder. Det var derfor muligt, for hver respondent at interpolere rejsetider med den transportmåde vedkommende ikke brugte. Disse beregnede tider blev kontrolleret med egne tidsmålinger og afstandsmålinger. På denne baggrund blev der for hver trafikant beregnet et rejsetidsforhold, dvs. rejsetiden fra dør til dør med bil, divideret med rejsetiden fra dør til dør med den kollektive transport.

Undersøgelsen viste en klar sammenhæng mellem rejsetidsforholdet og transportmiddelvalget. Når bil og den kollektive transport var lige hurtige fra dør til dør, dvs. ved rejsetidsforhold 1,0, var sandsynligheden for at bruge bil 40 %. Når rejsetiden fra dør til dør med bil kun var 80% af den tid, det tog med den kollektive transport, var sandsynligheden for at bruge bil 59%. Disse sandsynligheder gælder mandlige trafikanter med kørekort, 1 bil pr. voksent husstandsmedlem og gode parkeringsmuligheder ved arbejdsstedet. Der er korregeret for forskelle i indtægt, uddannelseslængde, alder, rejsegodtgørelse fra arbejdsgiver og udførelse af ærinder på vej hjem fra jobbet. Blandt dem, som f.eks. tilhører en husstand med to voksne medlemmer og kun én bil, er sandsynlighederne for at køre til jobbet lavere, men sammen-

hængen mellem rejsetidsforhold og valg af transportmiddel er cirka den samme. Det er netop denne sammenhæng, som er hovedpointen. Implikationen er, at vejudvidelser som reducerer rejsetiderne med bil, vil få en god del kollektive trafikanter til at skifte fra bus eller bane til bil.

Undersøgelsen viste også, at parkeringsmulighederne i nærheden af arbejdsstedet betyder meget for valget af transportmiddel. Når parkeringsforholdene var gode, var sandsynligheden for at bruge bil til jobbet cirka 40 %. Når parkeringsforholdene var dårlige, dvs. at der ifølge respondenternes egen opfatning var knappe, dyre eller ikke-eksisterende parkeringsmuligheder i arbejdspladsens nærmeste omgivelser, var sandsynligheden for at bruge bil til arbejdet kun 20 %.

Denne undersøgelse drejede sig om rejser til arbejdspladser i centrum af Oslo. Der er imidlertid fundet tilsvarende mønstre med klar sammenhæng mellem rejsetidsforhold og valg af transportmiddel, også for rejser med andre målpunkter i Stor-Oslo. Blandt andet viser en studie af bolig-arbejdsrejser fra Oslos sydkorridor tydeligt, at andelen som rejser kollektivt, hænger klart sammen med rejsetidsforholdet mellem den kollektive transport og bil for vedkommende strækning. Det er værd at bemærke, at målpunkterne her lå spredt over hele Stor-Oslo. Betydningen af rejsetidsforholdet gælder altså ikke bare centrumsrettede rejser.

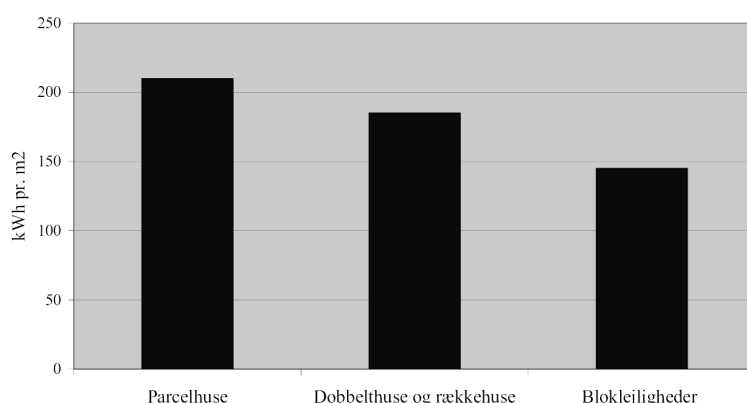
Dette eksempel på konkurrencesituationen mellem bil og den kollektive transport er fra en ret stor by, Oslo, som har trekvart million indbyggere indenfor den sammenhængende bybebyggelse. Man vil formodentligt kunne finde et lignende mønster i mange andre storbyer, f.eks. København. I mindre byer er afstandene fra den ene ende af byen til den anden mindre, og her vil cyklen og gå-ben kunne spille en større rolle. Mens der i Oslo er en ganske stor konkurrenceflade mellem bil og den kollektive transport, men mere begrænsede konkurrenceflader mellem hver af disse transportformer og den ikke-motoriserede trafik, vil cyklen i en by som Aalborg, med 120.000 indbyggere, antagelig være en mindst lige så vigtig konkurrent til bilen som bussen. For at den beskrevne dynamik skal være til stede, må der forekomme en vis trængsel på vejene. I små byer er der som regel ikke megen trængsel. I en lille by som f.eks. Frederikshavn er det kollektive tilbud desuden meget beskedent, og der er næppe noget konkurrenceforhold af betydning mellem bybusserne og bilen.

Bystruktur og energiforbrug i bygninger

I den sidste del af kapitlet vil vi se på byplanfaktorer som kan påvirke behovet for energi i bygninger. Det er først og fremmest behovet for opvarmning som kan påvirkes gennem den fysiske planlægning. For bygninger som har klima- eller ventilationsanlæg, vil energiforbruget til kølning og ventilation desuden kunne blive påvirket af bebyggelsens lokalisering og udformning.

Variation mellem boligtyper

Alt andet lige er opvarmningsbehovet i bygninger proportionalt med størrelsen på bygningernes yderflade. Bygninger med et lavt forholdstal mellem yderflade og gulvareal har lavere varmetab pr. kvadratmeter gulvareal, og behøver derfor mindre energi til opvarmning. Enkle, kompakte bygningsformer uden karnapper, indvendige hjørner, arker osv. har mindre varmetab, og er også fordelagtige, når det gælder vindtætning. Generelt vil flerfamiliehuse være mere energibesparende end parcelhuse, fordi en del af de flader, som afgrænser boligerne i flerfamiliehuse er fælles skillevægge og etageskel med kun lille eller intet varmetab. Figur 7 viser, hvordan energiforbruget i 8.500 boliger bygget efter 1968 i Stavanger varierer mellem forskellige boligtyper. (Asplan Viak 1995). Stavanger har et vinterklima som ligner det danske ganske godt - faktisk er den koldeste måned en grad varmere i Stavanger end i Aalborg og København.



Figur 7. Gennemsnitlig energiforbrug i forskellige boligtyper i Stavanger. Kilde: Asplan Viak (1995).

Som vi ser, er energiforbruget pr. kvadratmeter i parcelhuse 210 kilowatt-timer årlig, mens det er 185 kilowatt-timer i rækkehuse og bare 145 kilowatt-timer i bloklejligheder. Disse tal gælder det samlede energiforbrug i boligen, inklusiv både opvarmning, varmt vand, lys og teknisk udstyr. Anvendelsen af energi til andre formål end opvarmning varierer kun lidt blandt forskellige boligtyper, men hænger især sammen med, hvor mange personer, der bor i boligen, og hvilken økonomi og livsstil disse personer har. Hvis vi kun ser på opvarmnings-delen af energiforbruget, ligger energibehovet pr. kvadratmeter gulvareal i et et-etages parcelhus næsten dobbelt så højt som i en bloklejlighed, mens to-etages rækkehuse ligger cirka midt imellem disse to boligtyper i energiforbrug. Det er især de et-etages parcelhuse, som kræver

meget energi til opvarmning. Ved at fordele det samme gulvareal over to etager reduceres opvarmningsbehovet noget.

Indenfor et boligområde kan energiforbruget variere ganske meget mellem husholdninger, som bor i samme type og lige store boliger. Husstandens sammensætning, økonomi og livsstil spiller en stor rolle for energiforbruget i boligen, også når det gælder opvarmning. Men når vi sammenligner gennemsnitstal for et stort antal boliger, vil vi finde klare forskelle mellem boligtyperne, således som figuren viser.

I tillæg til den energi, som går til rumopvarmning, varmt vand, lys og teknisk udstyr, mens bygningen er i brug, kræves der energi til at fremstille byggematerialerne. Det er især aluminium, stål og glas, som kræver meget energi i fremstillingsprocessen. Det er mere almindeligt med et højt forbrug af stål og aluminium i høje huse end i lav bebyggelse. På den anden side er der ofte mindst lige så store glasflader i parcelhuse som i mere koncentrerede boligtyper. Desuden er gulvfladen som regel større i parcelhuse end i rækkehuse og blokke, og dermed kræves også mere materiale til fundamentering, ydervægge og tagflader. Alt i alt er det derfor sandsynligt, at energiforbruget til fremstilling af bygningsmaterialer vil være højere pr. bolig for parcelhuse, selv om blokke muligvis har højere energiforbrug pr. kvadratmeter gulvareal til fremstilling af byggematerialerne. Energimængden, som går med til at opføre bygningerne i en by, udgør ifølge den finske forsker Pekka Lahti 7% af den energimængde som kræves til opvarmning og drift af disse bygninger i løbet af en 50-års periode (Lahti 1994). Energiforbruget til opvarmning og drift af bygningerne er derfor en vigtigere faktor at tage hensyn til end energiforbruget til fremstilling af bygningsmaterialerne.

Lokalklima

De vigtigste lokalklimatiske faktorer som påvirker energibehovet i bygninger, er lufttemperatur, vindforhold og solforhold. Som regel vil områderne med mildest vintersæson være at finde nær kysten. I tillæg til at disse områder ligger lavt, har de store vandmasser en udjævnende virkning på temperaturerne, sådan at det bliver mildere om vinteren og lidt køligere om sommeren. Også områder langs fjorde og store indsøer vil som regel have lidt højere vintertemperaturer end i de tilstødende områder.

Gennemsnitlig synker temperaturen med 0,6 til 0,8 grader for hver hundrede meter højden over havet stiger. På klare og vindstille vinterdage hænder det alligevel at det er mildere oppe i højden end nede i dalbunden. I lavninger og flade, lavtliggende områder, f.eks. udvidelser af dalbunden, kan der da danne sig såkaldte koldluftøer. Hyppig tåge er et tegn på, at et område er en koldluftø.

Men lufttemperaturen er ikke den eneste faktor som betyder noget for opvarmningsbehovet. Også vinden spiller en stor rolle. I de yderste kystområder, som er favorable når vi kun betragter lufttemperaturen, vil den samle-

de afkøling derfor ofte være større end i områderne længere inde, som er bedre beskyttet mod vinden. Siden det blæser mere på toppene, er forskellen i afkøling mellem lavtliggende områder og højedrag som regel også større, end hvis alene lufttemperaturen bliver taget i betragtning.

Også solforholdene spiller naturligvis en vigtig rolle. De lokaliteter som er mest eksponeret for vind, nemlig de yderste kystområder og de højeste åse, er samtidigt ofte de områder, som modtager mest sol.

De klimatiske gunstigste lokaliteter finder man som regel på sydvendte skråninger et stykke op fra dalbunden, og på steder langs kysten og indsøer, hvor der er læ for vinden. Det kan ofte være svært at finde områder, som er gunstige i forhold til alle klimafaktorerne. Områderne med bedst afskærmning mod vinden finder vi f.eks. i sænkninger i terrænet, men her er der samtidigt mindre sol end på højedrag og på sydvendte skråninger. De største stigninger i opvarmningsbehov får vi i områder, som ligger helt i skygge og på ekstremt vindeksponterede steder. Det vigtigste er måske at undgå at lægge bebyggelsen til sådanne områder.

Gruppering af bygninger

Energi behovet til opvarmning påvirkes også af, hvordan bygninger er grupperet. Høj tæthed betyder at husene skaber mere læ for hinanden, noget som reducerer vindafkølingen og dermed behovet for opvarmningsenergi. På den anden side skygger husene mere for hinanden i tæt, end i åben bebyggelse. Under danske forhold vil vind- og solfaktoren antagelig være omtrent lige så vigtige.

I tillæg til at husene kan skærme for hinanden, kan vegetation danne effektive skærme mod vinden. På grund af sin bøjelighed, giver træer større vindskærmningseffekt jo stærkere det blæser. Planting af skærmende vegetation er derfor et vigtigt tiltag for at forbedre lokalklimaet i de mest vindeksponterede områder.

I flade områder kan det være svært at opnå gode solforhold om vinteren i de tætteste former for lav bebyggelse. Når solen står lavt på himmelen, kræves lang afstand mellem husrækkerne, hvis husene skal undgå at skygge for hinanden. Hvis husene ligger i en skrånning mod syd, kan solforholdene blive gode, selv om afstanden er kortere. For boligblokke og andre højere bygninger er det lettere at forene høj tæthed med god udnyttelse af passiv solenergi. Butikker, skoler, kontorer eller andre erhvervsbygninger kan indpasses i skyggefulde dele af et udbygningsområde. For sådanne bygninger udgør rumopvarmning en mindre vigtig faktor i energibalancen end for boliger. I skoler og kontorbygninger kan det desuden være en pointe at undgå solindstråling i arbejds- eller skoletiden for at reducere behovet for kølning.

I tillæg til de naturgivne, lokalklimatiske variationer har sammenhængende, tæt bebyggede områder ofte højere gennemsnitstemperaturer end områderne omkring. Dette skyldes både at bygninger og gader i større grad

end vegetation optager solvarme, og at den indvendige opvarmning af bygninger afgiver varme til luften. Det samme gør bytrafikken. Man plejer derfor at tale om, at de centrale byområder er en "heat island," eller varme-ø. Medens denne varme-ø-effekt i varmere lande kan udgøre et problem, som bevirker, at der vil være behov for mere energi til afkøling af bygningerne i bymidterne, bidrager varme-ø-effekten under vores klimatiske forhold først og fremmest til at sænke energibehovet til opvarmning i de tætteste dele af byen.

Opsamling

Hvis vi skal forsøge, at samle op hvilke byplanmæssige virkemidler som kan bidrage til at reducere energianvendelsen til transport og i bygninger, ser disse strategier ud til at være centrale:

- Standse byspredningen, og i stedet dække mest mulig af udbygningsbehovene gennem fortætning
- Sørge for tilstrækkelig høj tæthed i nye udbygningsområder til at der bliver godt grundlag for lokal service og kollektiv transport
- Satse på blok- og rækkehusbyggeri fremfor opføring af nye parcelhuse. Dette giver lavere energibehov til opvarmning og bidrager desuden til en transportmæssig gunstig tæthed
- Undgå boligbyggeri i de lokalklimatisk ugunstigste områder
- Opretholde, og helst forøge, de indre bydeles andel af boliger og arbejdspladser
- Sørge for lokale servicefunktioner som f.eks. dagligvarebutikker, børnehaver, folkeskoler og posthuse i bydels- og lokalcentre
- Reducere, eller i det mindste undgå at forøge, vej- og parkeringskapaciteten, og hellere satse på styrket kollektiv trafik.

Referenceliste

- Asplan Viak: *Stavanger kommune - energi og arealbruk. Sluttrapport*, Stavanger: Asplan Viak 1995.
- Downs, A.: "The law of peak-hour expressway congestion," i: *Traffic Quarterly* **16** 1962: 393-409.
- Duun, H. P. et al.: *Energiøkonomisering i lokal forvaltning. Håndbok for kommuner og e-verk*, Oslo: Olje- og energidepartementet 1988.
- Hartoft-Nielsen, P.: "Lokalisering, transportmiddel og bystruktur," i: *Byplan* **6** 1997: 247-260.

- Lahti, P.: "Ecology, Economy, Energy and other Elements in urban future," i: Lehtonen, H. og Johansson, M. (red.): *Att omringa ekologi*, Rapport nr. C 36, Esbo: YTK/VTI 1994.
- Langdalen, E.: *Arealplanlegging - form, funksjon, fellesskap*, Oslo: Universitetsforlaget 1994.
- Mogridge, M. J. H.: "The self-defeating nature of urban road capacity policy. A review of theories, disputes and available evidence," *Transport Policy* 4 (1) 1997: 5-23.
- Næss, P.: *Fysisk planlegging og energibruk*. Oslo: Tano Aschehoug 1997.
- Næss, P. and Sandberg, S. L.: "Workplace Location, Modal Split and Energy Use for Commuting Trips." i: *Urban Studies* 33 1996: 557-580.
- Næss, P.; Mogridge, M. J. H. & Sandberg, S. L.: "Wider Roads, More Cars," *Natural Resources Forum* 25 2001: 147 - 155.
- Næss, P.; Sandberg, S. L. and Røe, P. G.: "Energy Use for Transportation in 22 Nordic Towns," i: *Scandinavian Housing & Planning Research* 13 1996: 79-97.
- Thomson, J. M.: *Great cities and their traffic*, London: Gollancz 1977.